



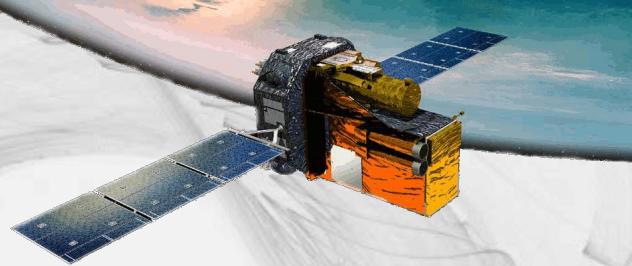
Science et Systèmes Spatiaux

12 septembre 2017

Cours 1 – Présentation du cours et Introduction à
l'astronautique ...

Hubert Halloin

Organisation du cours



- ❖ Séances : 12 x 1h30, mardi 09h00 – 10h30, salle HAF 411B
- ❖ Documents en lignes sous Moodle
 - ❖ <http://moodlesupd.script.univ-paris-diderot.fr>
 - ❖ Sciences / UFR de Physique / L3 / Science et Systèmes Spatiaux
 - ❖ Code 36GU07LP
 - ❖ S'inscrire au cours
- ❖ 1 séance = Cours + TD
- ❖ Suspension des cours semaine du 31 octobre
- ❖ 1 semaine sans cours : 21 novembre
- ❖ Contact :
 - ❖ Hubert Halloin
 - ❖ Laboratoire APC - Bâtiment Condorcet - Bureau 446B
 - ❖ E-mail : hubert.halloin@apc.univ-paris7.fr
 - ❖ Tél : 01 57 27 60 76

Organisation du cours



- ❖ Modalités d'évaluation
 - ❖ Cf. fiche distribuée
 - ❖ **!!!! PAS DE 2ème SESSION !!!!**
- ❖ Pour les étudiants salariés et autres contraintes
 - ❖ Venir me voir + responsable de licence
 - ❖ Dispense de CC remplacés par un oral de contrôle (date à convenir avec l'étudiant)
 - ❖ Présentation et rapport toujours obligatoires (date de présentation à définir)
 - ❖ A faire **AVANT** le premier CC (12 octobre) !!!

Plan des cours (a priori...)

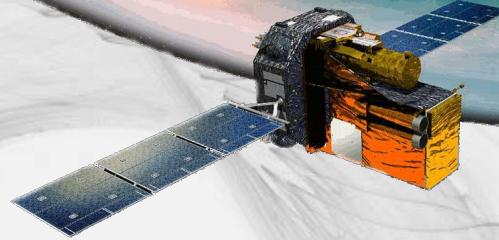


Séance	Date	Thèmes
1	12 septembre	Brève histoire de l'astronautique - I / Présentation des missions
2	19 septembre	Brève histoire de l'astronautique - II
3	26 septembre	L'environnement spatial - I / choix des missions
4	03 octobre	L'environnement spatial - II / Gravitation et Orbitographie - I
5	10 octobre	Gravitation et Orbitographie - II [CC1]
6	17 octobre	Propulsion et contrôle d'attitude
7	24 octobre	Présentations d'avancement des projets
-	<i>31 octobre</i>	<i>Suspension des cours</i>
8	07 novembre	Télécommunications
9	14 novembre	Systèmes électriques, ordinateur de bord [CC2]
-	<i>21 novembre</i>	<i>Pas de cours – écriture des rapports</i>
10	28 novembre	Faire de la science dans l'espace : exemples d'applications scientifiques - I
11	05 décembre	Faire de la science dans l'espace : exemples d'applications scientifiques - II
12	12 décembre	Contrôle final, remise des rapports

Liste des sujets de mission



- ❖ Cf. tableau
- ❖ Choisir une mission pour le 26 septembre (s'informer!)
 - ❖ Un binôme par sujet
- ❖ Eviter de prendre une mission déjà étudiée
 - ❖ Sauf si l'approche est différente (pas de duplication des travaux !)
- ❖ Précédents rapports et présentations (partiellement) disponibles sous Moodle



Astronautique ...

Astronautique ?



- ❖ **Astronautique (définition) :**
 - ❖ Science de la navigation dans l'espace.
 - ❖ Ensemble des sciences, des techniques et des activités humaines rendant possibles les vols spatiaux, ou rendues possibles par ceux-ci.
- ❖ **Cela nécessite donc de développer des technologies :**
 - ❖ Pour envoyer un objet dans l'espace
 - ❖ Pour survivre et travailler dans l'espace (hommes ou machines)
- ❖ **L'astronautique est une science récente ... avec des racines anciennes ...**
- ❖ **On peut distinguer plusieurs époques :**
 - ❖ Les précurseurs et rêveurs : jusqu'au XIX^{ème} siècle
 - ❖ Les ingénieurs pionniers : début du XX^{ème} siècle
 - ❖ Les premiers âges : 1940 – 1975
 - ❖ L'industrialisation : depuis 1975

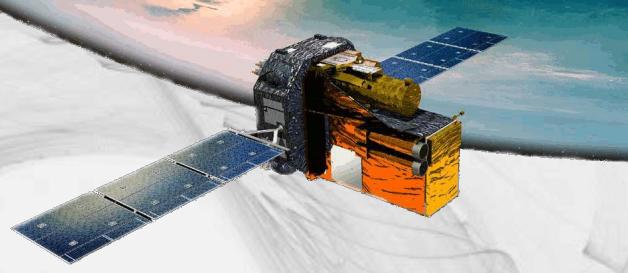
Une longue gestation



- ❖ Jusqu'au XX^{ème} siècle, l'astronautique se confond avec la conception des véhicules à réaction (c.à.d les fusées)
 - ❖ En l'absence de support matériel, le seul moyen de propulsion est la conservation de la quantité de mouvement (i.e. éjection de masse)
- ❖ La propulsion par réaction est connue (mais pas expliquée) depuis longtemps
 - ❖ Eolipile par Héron d'Alexandrie (1^{er} siècle ap. J.C)



L'invention de la fusée

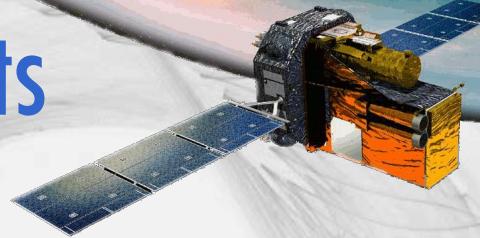


- ❖ L'invention de la fusée est liée à celle de la poudre noire
 - ❖ Composée de salpêtre (nitrate de potassium, oxydant), charbon de bois (carbone) et soufre
 - ❖ Utilisée comme explosif et éjection de gaz à haute vitesse (propulseur)
- ❖ On attribue l'invention de la poudre noire et des fusées aux chinois, vers l'an 1000.
 - ❖ Usage militaire (associé à une charge explosive ou incendiaire)
 - ❖ Vient en appui de stratégies 'classiques', vise à effrayer les ennemis (faible pouvoir destructeur)...
 - ❖ 1^{er} usage documenté en 1232 à la bataille de Kaifeng (les chinois repoussent les mongols avec des flèches à feu)
- ❖ La technique des fusées se propage vers l'occident via les Mongols et les Arabes (probablement utilisée pendant les croisades).
 - ❖ Présent dans le premier traité occidental d'art militaire écrit vers 1400

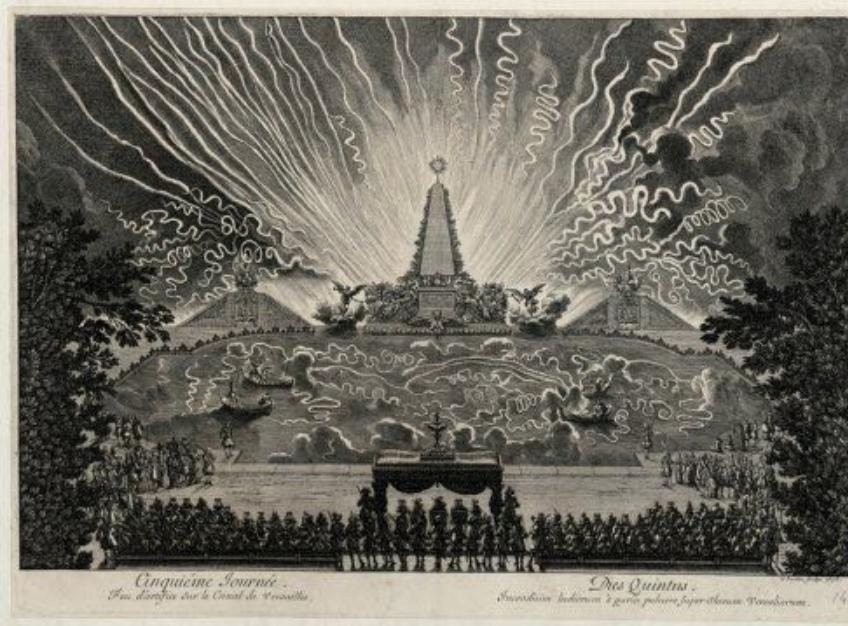


H. Hall

De la guerre aux divertissements



- ❖ Les progrès de l'artillerie limitent l'utilité des fusées à des fins militaires
- ❖ Les fusées se développent alors pour les feux d'artifices (Chine → Indes → Europe ...)
- ❖ Spécialité Italienne en Europe jusqu'au 17^{ème} siècle
- ❖ Spectacles fameux donnés à la cour de Louis XIV



Des divertissements à la guerre

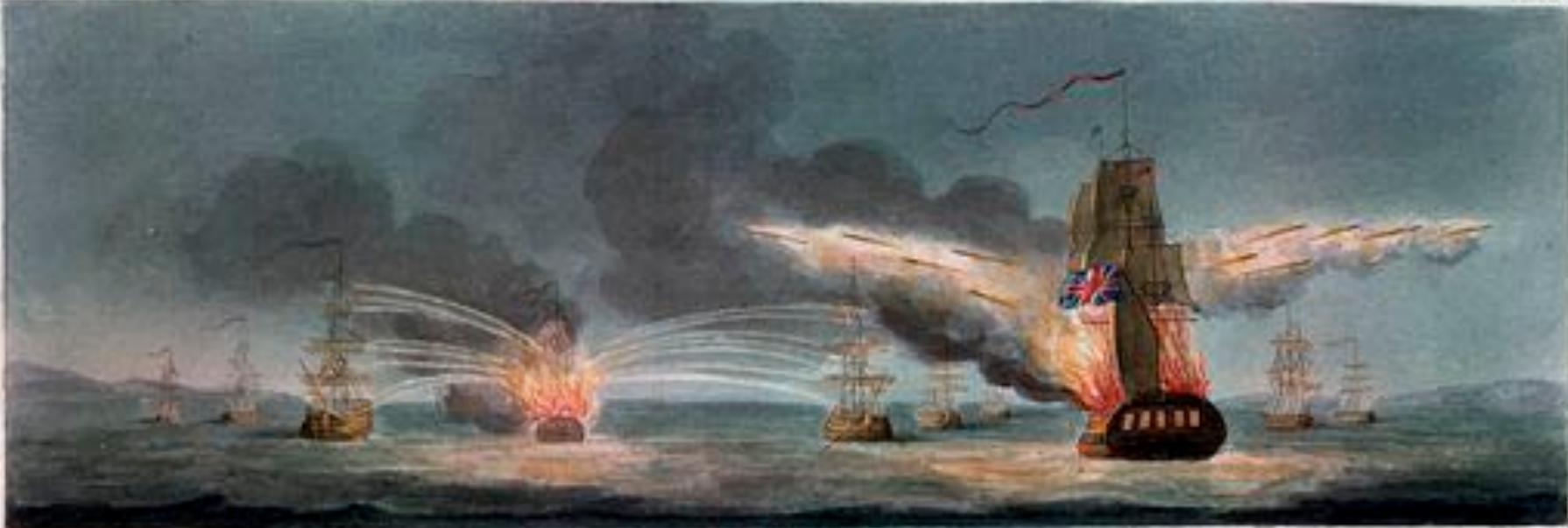
- ❖ L'utilisation militaire des fusées reprend avec l'utilisation de tubes en acier
- ❖ Utilisées contre les Britanniques en Inde à la fin du 18^{ème} siècle (portée jusqu'à 2 km)
- ❖ Impressionnés, les britanniques développent leurs propres armes (fusées de Congreve)
- ❖ Utilisée dans les guerres Napoléoniennes, la guerre d'indépendance américaine, la Guerre de Sécession, ...
- ❖ L'usage militaire des fusées s'est de nouveau arrêtée à partir de ~1860 et jusqu'à 1930.



Des divertissements à la guerre



Plate 17.



Sea ship and books

17

Des divertissements à la guerre



- ❖ L'utilisation militaire des fusées reprend avec l'utilisation de tubes en acier
 - ❖ Utilisées contre les Britanniques en Inde à la fin du 18ème siècle



Le voyage spatial vu par les écrivains



- ❖ Cyrano de Bergerac
- ❖ Le vrai a (notamment) écrit *Les Etats et Empires de la Lune*, 1652
- ❖ Edmond Rostand en a fait un héros de théâtre (1897)



Cyrano de Bergerac, Acte 3, Scène 13

Je pouvais, mettant mon corps nu comme un cierge,
Le caparaçonner de fioles de cristal,
Toutes pleines des pleurs d'un ciel matinal,
Et ma personne, alors, au soleil exposée,
L'astre l'aurait humée en humant la rosée !

Ou bien, machiniste autant qu'artificier,
Sur une sauterelle aux détentes d'acier,
Me faire, par des feux successifs de salpêtre,
Lancer dans les prés bleus où les astres vont paître !

Puisque Phœbé, quand son acte est le moindre,
Aime sucer, ô bœufs, votre moelle... m'en oindre !

Puisque la fumée a tendance à monter,
En souffler dans un globe assez pour m'emporter !

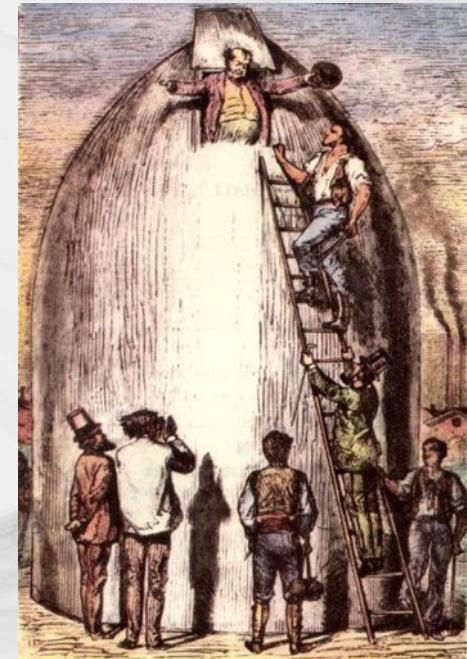
Enfin, me plaçant sur un plateau de fer,
Prendre un morceau d'aimant et le lancer en l'air !
Ça c'est un bon moyen : le fer se précipite,
Aussitôt que l'aimant s'envole, à sa poursuite ;
On relance l'aimant bien vite, et cadédis !
On peut monter ainsi indéfiniment !

Le voyage spatial vu par les écrivains



Jules Verne

- ❖ De la Terre à la Lune, 1865
- ❖ Après la Guerre de Sécession, Impey Barbicane (président du Gun Club de Baltimore), Michel Ardan (savant français) et le capitaine Nicholl (ingénieur militaire américain) prennent place dans un obus et sont envoyés autour de la Lune par un canon de 270 m de long.
- ❖ Quelques évènements marquants:
 - ❖ L'accélération au lancement est de ~22 000 g (la limite humaine est de 30 g pendant 10 s)
 - ❖ Les passagers ressentent la gravitation jusqu'au point d'équilibre gravitationnel Terre – Lune
 - ❖ La mesure de la 'température du vide' est effectuée derrière la Lune (en ouvrant brièvement la fenêtre ...) à -140 °C
 - ❖ L'éther est le support de la lumière et de la chaleur.
- ❖ L'ouvrage est néanmoins basé sur l'extrapolation raisonnable des connaissances de l'époque
- ❖ Servira de sujet au premier film de SF par Georges Méliès en 1902 (Le Voyage Dans la Lune)



Le voyage spatial vu par les écrivains



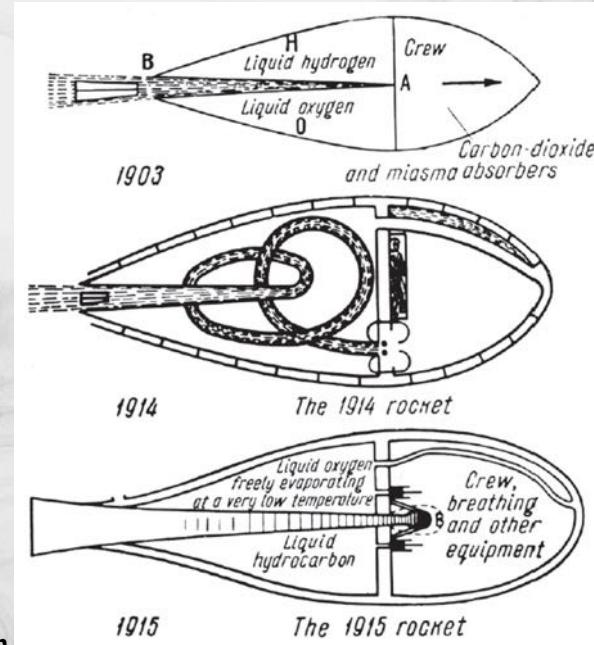
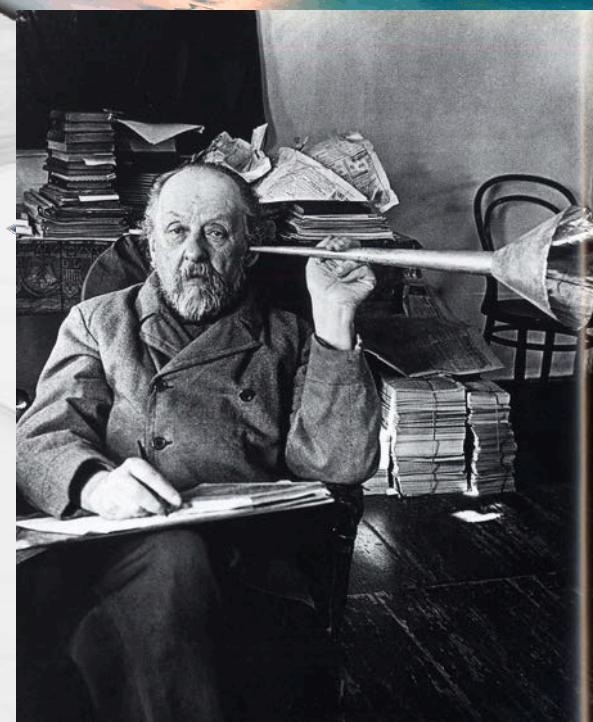
Les pionniers

4 grands pionniers de l'astronautique :

- ❖ Constantin Tsiolkovski
- ❖ Robert Goddard
- ❖ Hermann Oberth
- ❖ Robert Esnault-Pelterie
- ❖ **Constantin Tsiolkovski (Russie, 1857 - 1935)**
- ❖ Activité essentiellement théorique
- ❖ Instituteur autodidacte à Kalouga, il identifie le principe d'action-réaction (donc les fusées) comme le seul moyen de propulsion possible pour la propulsion spatiale
 - ❖ Préconise l'utilisation d'hydrogène et d'oxygène liquides
 - ❖ Imagine les déflecteurs de jet pour le pilotage des fusées
 - ❖ Théorise les fusées à étages et quantifie la quantité d'ergols nécessaire
 - ❖ Anticipe l'utilisation des satellites artificiels et de stations spatiales habitées
- ❖ Considéré comme le « père de l'astronautique », il a publié plus de 600 ouvrages et articles sur l'astronautique, l'astronomie, la biologie, la psychologie, la philosophie, la sociologie ...
- ❖ Travaux ignorés sous le régime Impérial, puis élu à l'Académie des Sciences après la Révolution Socialiste de 1917

« La Terre est le berceau de l'humanité, mais on ne passe pas sa vie entière dans un berceau. », Tsiolkovski, lettre de 1911

H. Halloin



Les pionniers

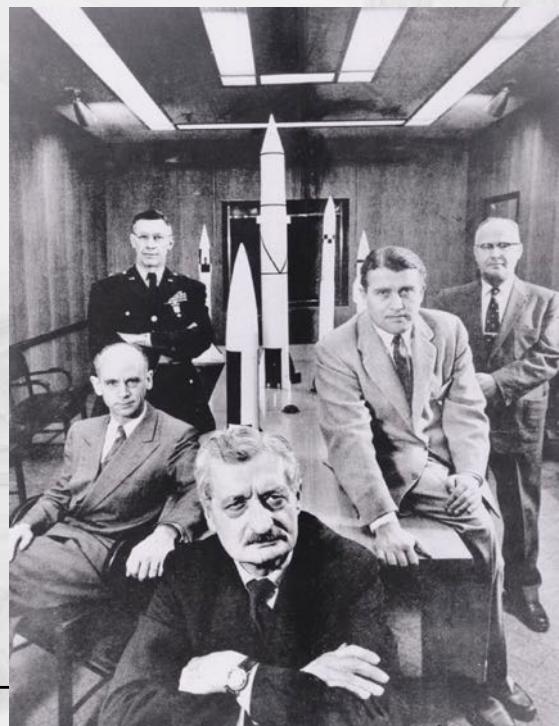
- ❖ Robert Goddard (Etats-Unis, 1882 – 1945)
 - ❖ Théoricien et expérimentaliste
 - ❖ Développe les techniques de lancement par fusée (nombreux brevets)
 - ❖ Etudie les lanceurs à hydrogène et oxygène liquide dès 1923
 - ❖ premier essai avec des ergols liquides (essence et oxygène) en 1926 : 4,6 kg / 12 m d'altitude
 - ❖ 1929 : première fusée avec une charge utile scientifique : baromètre, thermomètre et appareil photo.
 - ❖ Atteint 2300 m en 1935 avec une fusée de 38 kg
 - ❖ Un des grands centres de la NASA porte son nom (Goddard Space Flight Center / GSFC)



H. Hall

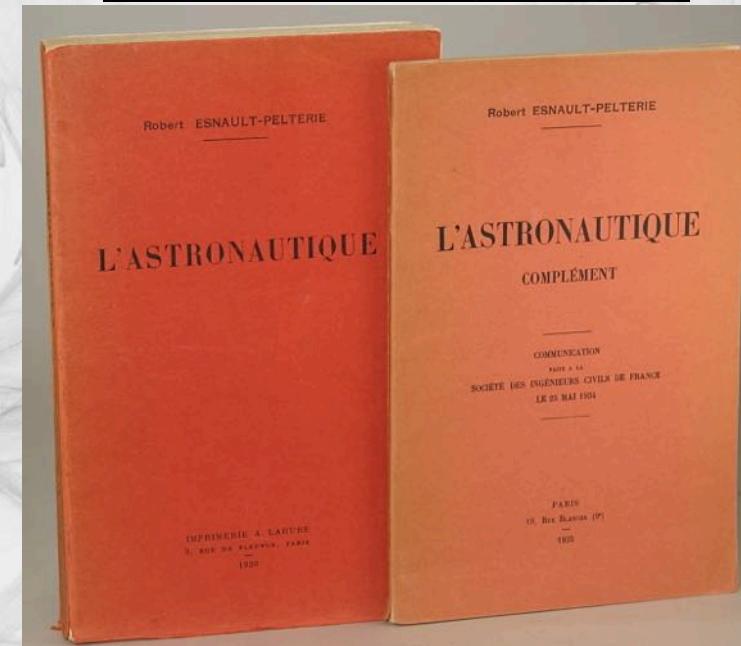
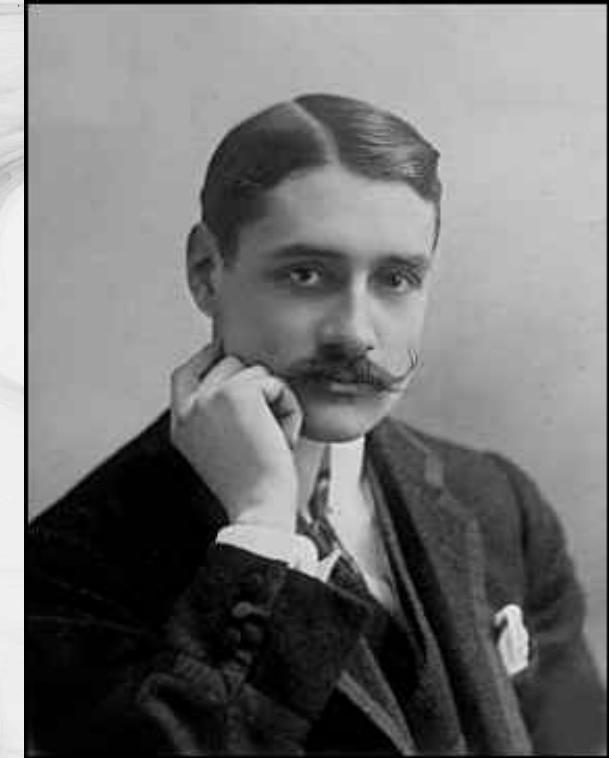
Les pionniers

- ❖ Hermann Oberth (Roumanie / Allemagne, 1894 - 1989)
 - ❖ Théoricien et expérimentateur
 - ❖ Calcule et dimensionne les éléments nécessaires à une fusée (vitesse d'éjection des gaz, nombre d'étages, consommations d'ergols, temps de vol, etc).
 - ❖ Imagine une navette spatiale et anticipe les applications des satellites artificielles (navigation, météo, télécoms)
 - ❖ Soumet un projet de thèse en 1922 : « La fusée vers les espaces interplanétaires », sujet refusé car trop invraisemblable ...
 - ❖ Forme un grand nombre d'ingénieurs de renom
 - ❖ Participe aux travaux militaires allemands sur les fusées pendant la 2^{ème} guerre mondiale.
 - ❖ Rejoint Von Braun et le programme spatial américain en 1955 - 1958



Les pionniers

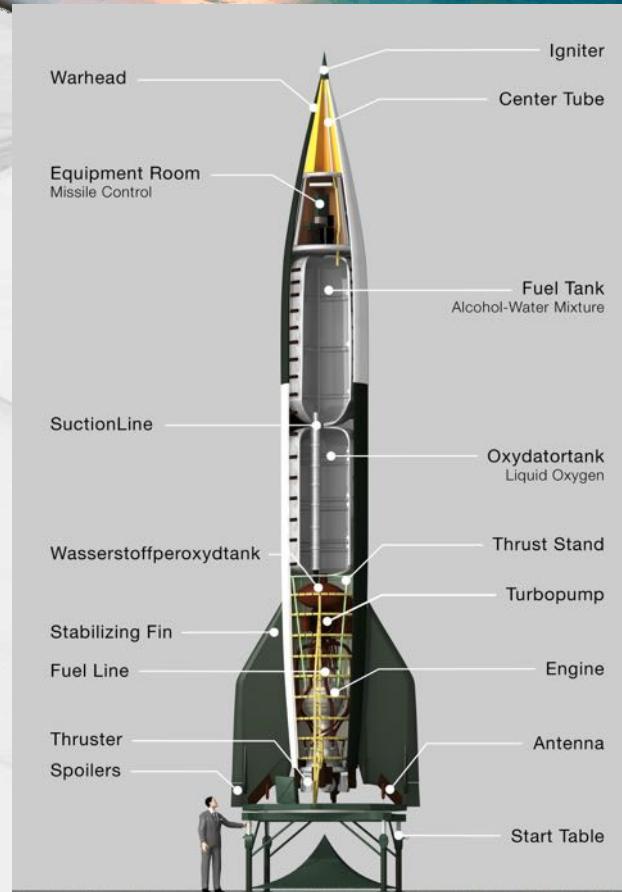
- ❖ Robert Esnault-Pelterie (France, 1881 – 1957)
- ❖ Ingénieur en aéronautique (invente « le manche à balai » et le moteur en étoile) et astronautique
- ❖ Etudie et vulgarise la possibilité des vols spatiaux
- ❖ Effectue des essais pour les militaires français
- ❖ Propose l'utilisation de l'énergie nucléaire (radium) pour les voyages interplanétaires
- ❖ Meurt 2 mois après le vol de Spoutnik



Les fusées pour la guerre

Dans les années 20 et 30 : intenses activités autour des fusées aux US, en Allemagne et en France :

- ❖ Engouement populaire (p.ex; pour le transport du courrier ...) → films, romans, etc.
- ❖ Versions militaires : transport de bombes à longue distance
- ❖ L'Allemagne mène la danse pendant la guerre :
 - ❖ De 1937 à 1945 : recherches militaires allemandes à Peenemünde, complexe technique pour la construction de missiles (certains à longue portée)
 - ❖ En 1942, le mur du son est franchi par une fusée
 - ❖ Première fusée 'moderne', la V2 (Vergeltungswaffe 2, « arme de représailles 2 »)
 - ❖ Mise au point en 1942 (premier vol réussi) par Wernher von Braun
 - ❖ Masse totale de 12t, méthanol+oxygène liquide, $V_{max} = 5400 \text{ km/h}$
 - ❖ 1t d'explosif à 300 km, vol à 88 km d'altitude (260 km si lancement vertical)
 - ❖ La V2 est opérationnelle et produite 'en masse' à partir de 1944
 - ❖ Main d'œuvre prise au camp de concentration de Dora Mittelbau (30 000 morts pour sa production !)
 - ❖ 1^{ers} tirs sur Paris en sept. 1944, puis essentiellement sur Londres et Anvers
 - ❖ 5000 V2 construites, 3200 lancées



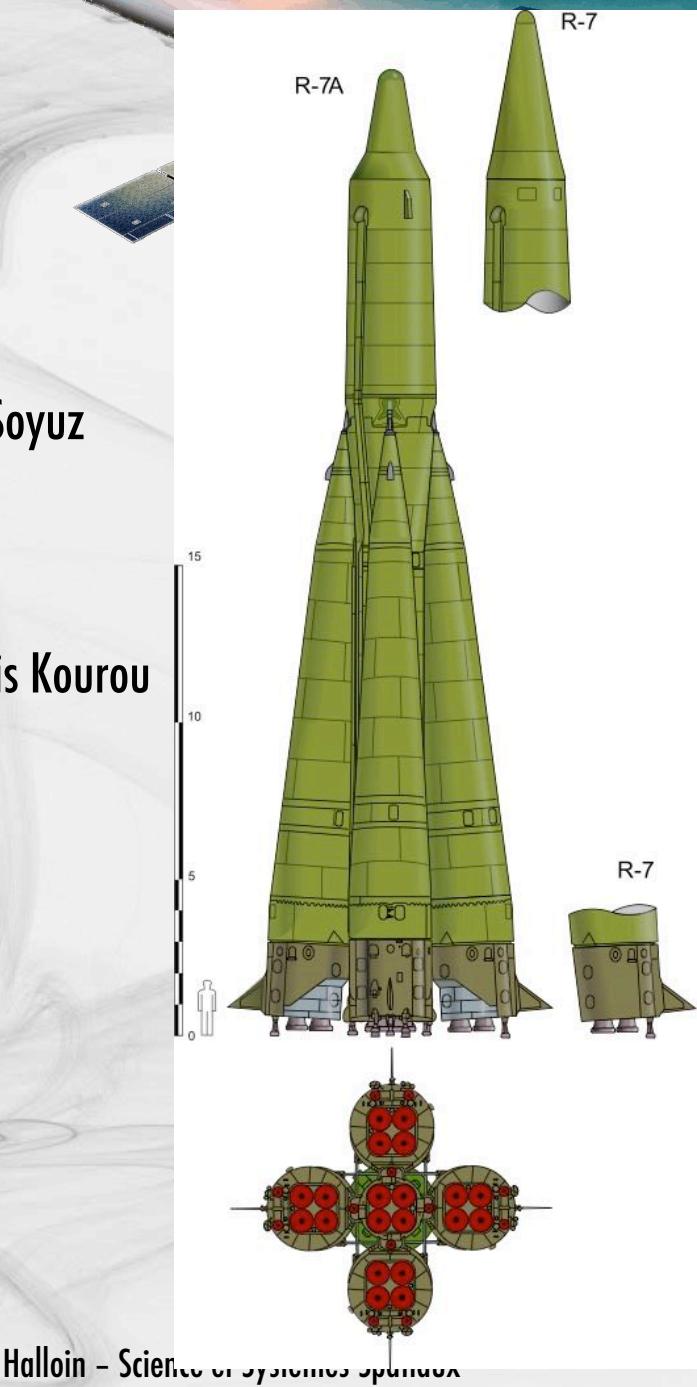
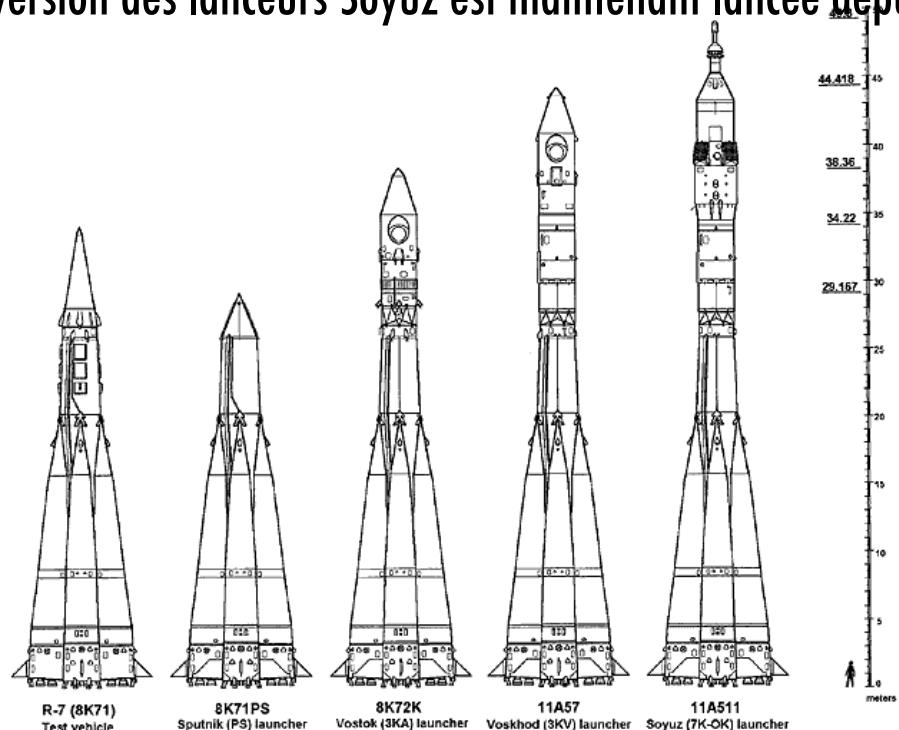
La course aux arsenaux stratégiques

- ❖ A la fin de la 2^{ème} guerre mondiale, les USA et l'URSS récupère le savoir-faire allemand :
 - ❖ Von Braun et ses principaux collaborateurs partent aux US
 - ❖ L'URSS occupe le complexe de Peenemünde
- ❖ Pour les USA et l'URSS la priorité est de développer des missiles porteurs de l'arme nucléaire
 - ❖ V2 améliorées jusque vers 1955
 - ❖ Développement de missiles intercontinentaux
 - ❖ URSS, R-7 Semiorka (1957) : 267t au décollage, 5 moteurs (kérosène/oxygène liquide), poussée de 390 t, portée de 6 000 km, charge utile 5t
 - ❖ USA, Atlas (1958) : 117t au décollage, 3 moteurs (kérosène/oxygène), poussée de 160t, portée de 9 000 km



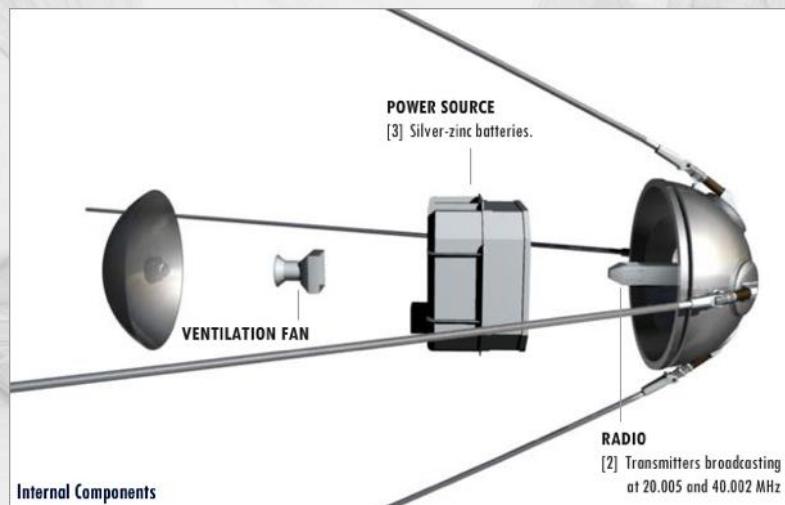
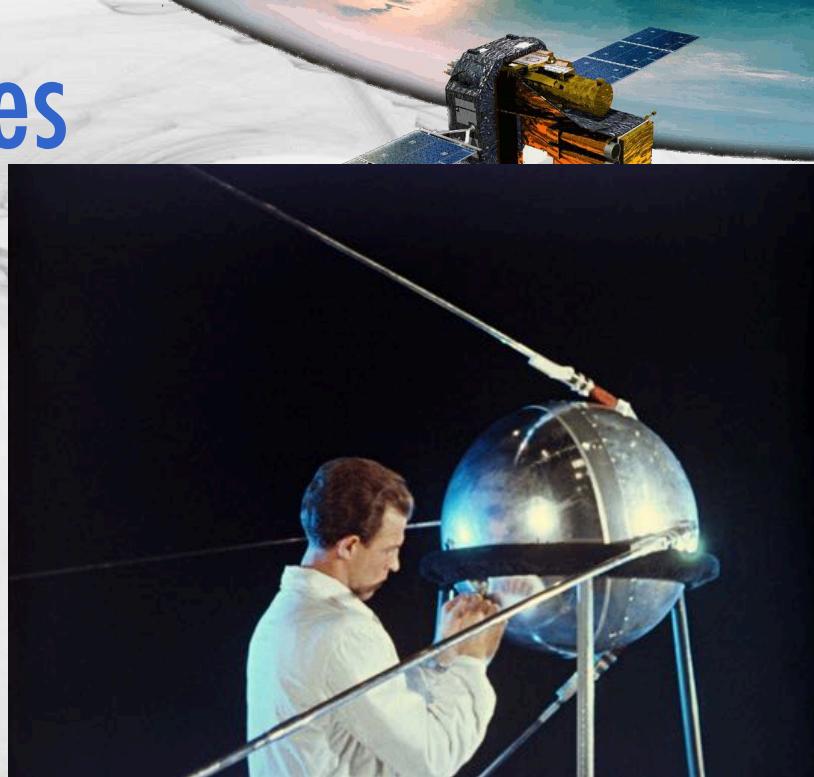
La saga R7 - Semiorka ..

- ❖ La R7-Semiorka est le prototype des fusées russes
 - ❖ Développée par Segueï Korolev
 - ❖ Multi-étages en 'faisceau'
 - ❖ Plusieurs générations de lanceurs dérivés jusqu'au lanceur Soyuz actuel
 - ❖ Sputnik, Vostok, Voskhod, Soyuz
 - ❖ Extrêmement fiable : >95% réussites depuis 1958
 - ❖ Une version des lanceurs Soyuz est maintenant lancée depuis Kourou



Les premiers satellites

- ❖ La compétition USA-URSS se déplace vers la conquête spatiale ...
 - ❖ En 1955, les USA et l'URSS prennent l'engagement de lancer un satellite pour l'année géophysique internationale en 1957-1958
- ❖ Possédant le lanceur le plus performant, l'URSS relève le défi le 4 octobre 1957 : Sputnik 1
 - ❖ Lancé par un missile R-7 modifié
 - ❖ Emetteur radio de 84 kg fonctionnant sur batteries
 - ❖ Périgée à 228 km, apogée à 947 km, inclinaison de 65°
 - ❖ Opérationnel pendant 21 jours, désintégration dans l'atmosphère le 4 janvier 1958
 - ❖ Pas de mission scientifique, mais impact psychologique monumental (facilement audible par les radio-amateurs de l'époque)



0c

<https://youtu.be/qvPzUAeWZZY>

www.thefeverof57.com

L'URSS continue sur sa lancée

- ❖ 1 mois après Sputnik 1, l'URSS lance Sputnik 2
- ❖ 3 novembre 1957
- ❖ Mission scientifique pour évaluer la possibilité d'emporter un être vivant : chienne Laïka
- ❖ Masse totale de 508 kg
- ❖ Démonstration de la possibilité de vivre dans l'espace ... mais Laïka meurt au bout de quelques heures en raison de la panne du système de régulation thermique
- ❖ Désintégration atmosphérique le 14 avril 1958



La réaction américaine ...



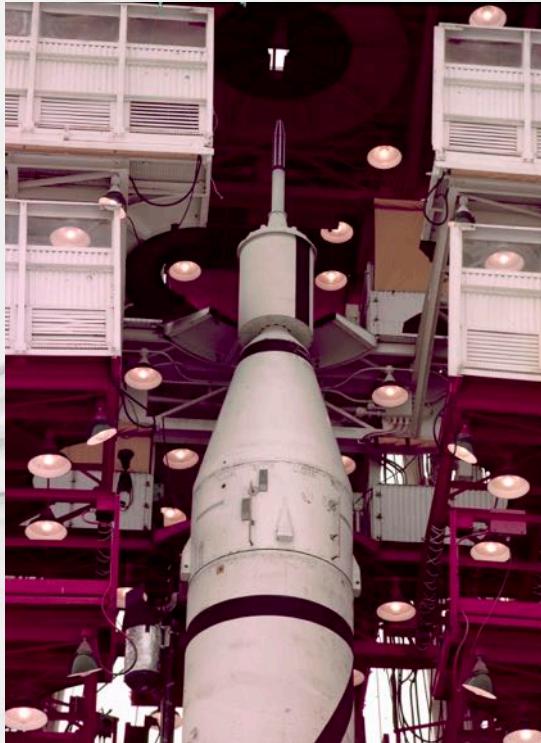
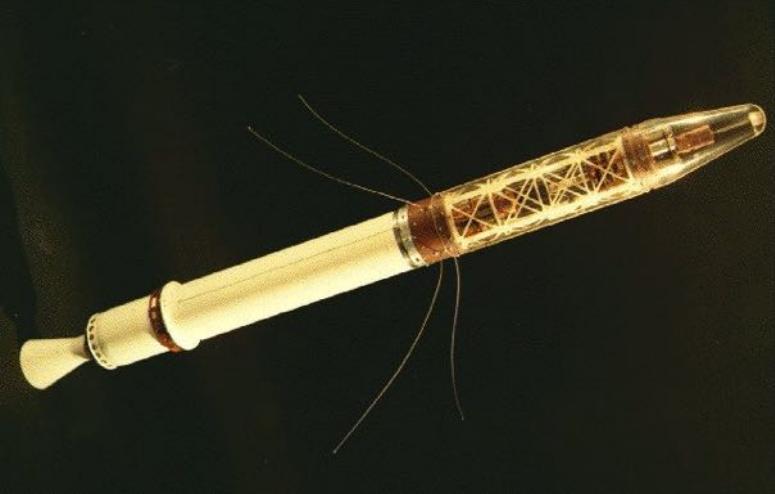
- ❖ Echec du lancement de la fusée Vanguard (programme de lanceur civil) le 6 décembre 1957 : Flopnik ...

La réaction américaine ...



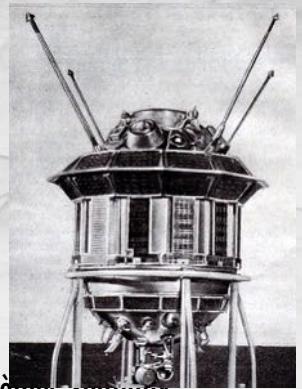
- ❖ Echec du lancement de la fusée Vanguard (programme de lanceur civil) en décembre 1957
- ❖ Von Braun adapte le missile balistique Jupiter C (renommé Juno 1 pour l'occasion)
- ❖ Lancement du satellite Explorer 1 (masse 14 kg), le 31 janvier 1958
 - ❖ Périgée 360 km, apogée 2 542 km, inclinaison 65°
 - ❖ Découverte des ceintures de radiations (ceinture de Van Allen)
- ❖ Lancement réussi de Vanguard le 17 mars 1958
 - ❖ Satellite « Pamplemousse » de 1,8 kg : première alimentation par cellules solaires, actif jusqu'en 1965
- ❖ Pendant ce temps, l'URSS mettait en orbite le premier satellite lourd ...
 - ❖ Sputnik 3 : 1327 kg satellisés, dont 968 kg d'équipements scientifiques (études de la haute atmosphère, mesures des champs électromagnétiques, rayonnements à haute énergie, ...)
- ❖ Le programme Explorer se poursuit toujours ...
 - ❖ Etudes de l'environnement terrestre à haute altitude avec des charges utiles miniatures
 - ❖ Explorer 11 lancé en 1961, 6 succès entre 1958 et 1961
 - ❖ IRIS lancé en juin 2013

Explorer 1

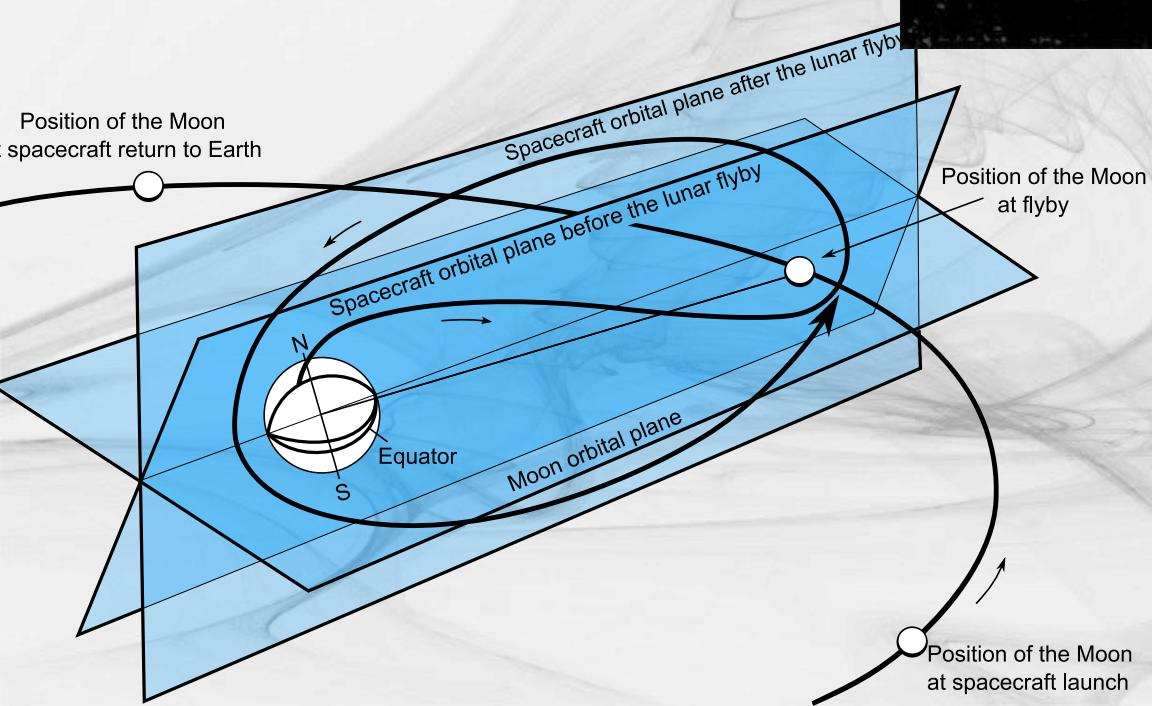


Les premières sondes interplanétaires

- ❖ L'envoi d'une sonde spatiale au-delà du puits gravitationnel terrestre commence par la Lune ...
- ❖ Chronologie :
 - ❖ Pioneer 0, 17 août 1958 : orbiteur lunaire, 38 kg, échec au lancement, 16 km d'altitude
 - ❖ Pioneer 1, 11 octobre 1958 : orbiteur lunaire, 38 kg, échec du 3^{ème} étage, 113 000 km d'altitude
 - ❖ Pioneer 2, 8 novembre 1958 : orbiteur lunaire, 40 kg, échec du 3^{ème} étage, 1 500 km d'altitude (puis ré-entrée atmosphérique)
 - ❖ Pioneer 3, 6 décembre 1958 : survol lunaire, arrêt prématuré du 1^{er} étage, 102 000 km d'altitude
 - ❖ Luna 1, 2 janvier 1959 : impacteur lunaire 360 kg, mauvaise trajectoire, passe à 6 500 km de la Lune puis en orbite héliocentrique
 - ❖ Pioneer 4, 3 mars 1959 : survol lunaire, succès, passe à 60 000 km de la Lune et poursuit sur une orbite héliocentrique
 - ❖ Luna 2, 12 septembre 1959 : impacteur lunaire, 390 kg, succès, premier objet humain à atteindre un autre corps céleste
 - ❖ Luna 3, 4 octobre 1959 : orbiteur lunaire, 280 kg, premières photos de la face cachée de la Lune



Luna 3

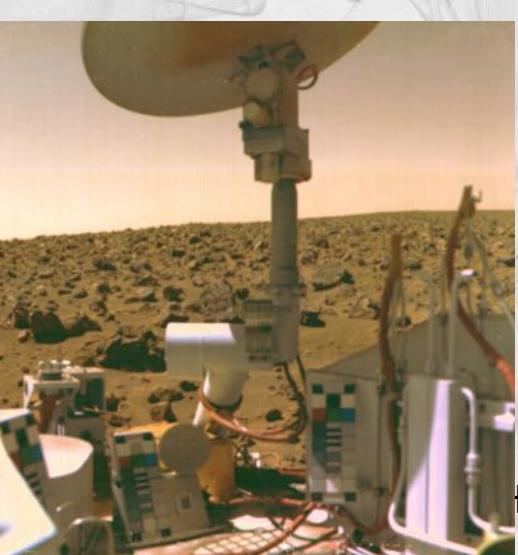
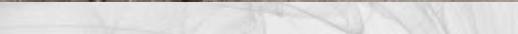
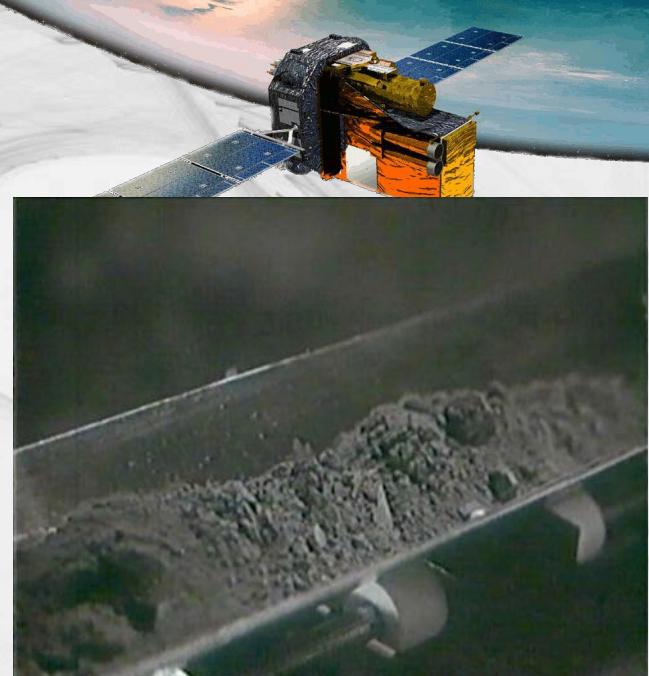
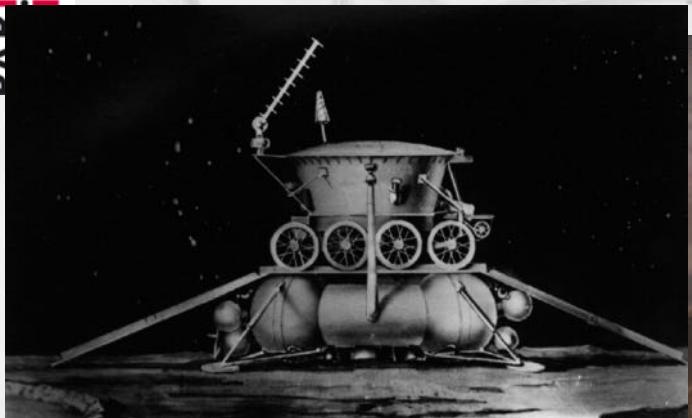


Position of the Moon
at spacecraft launch

Quelques célèbres sondes planétaires...

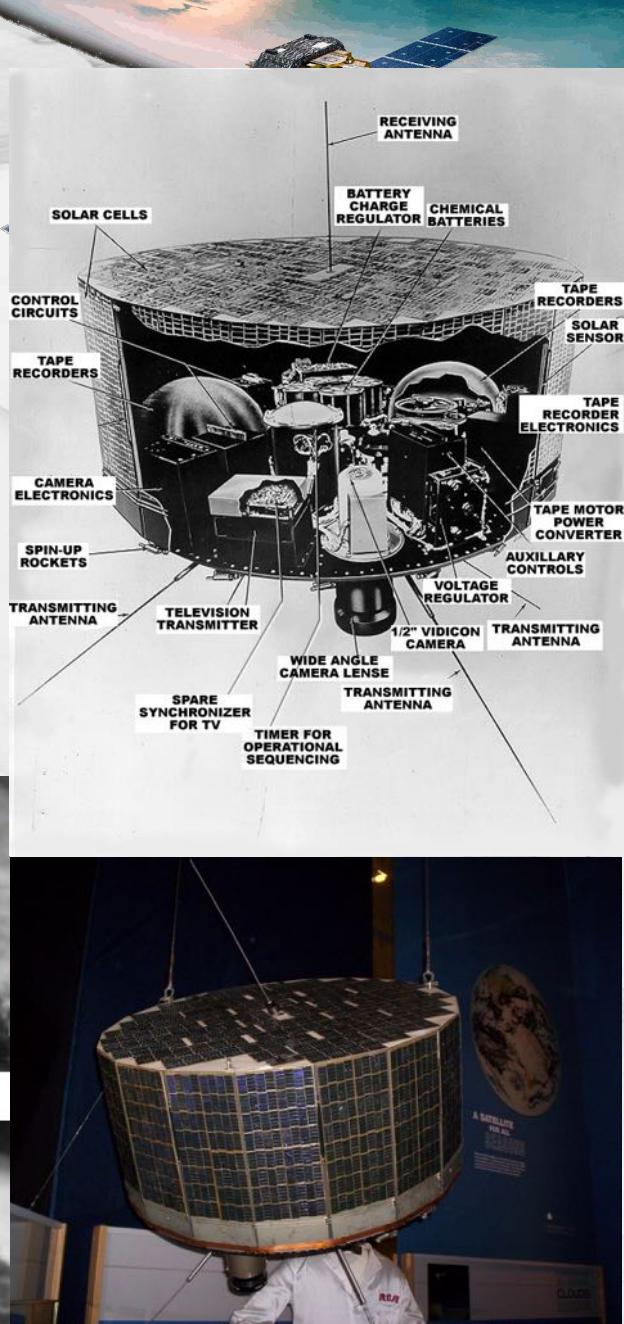
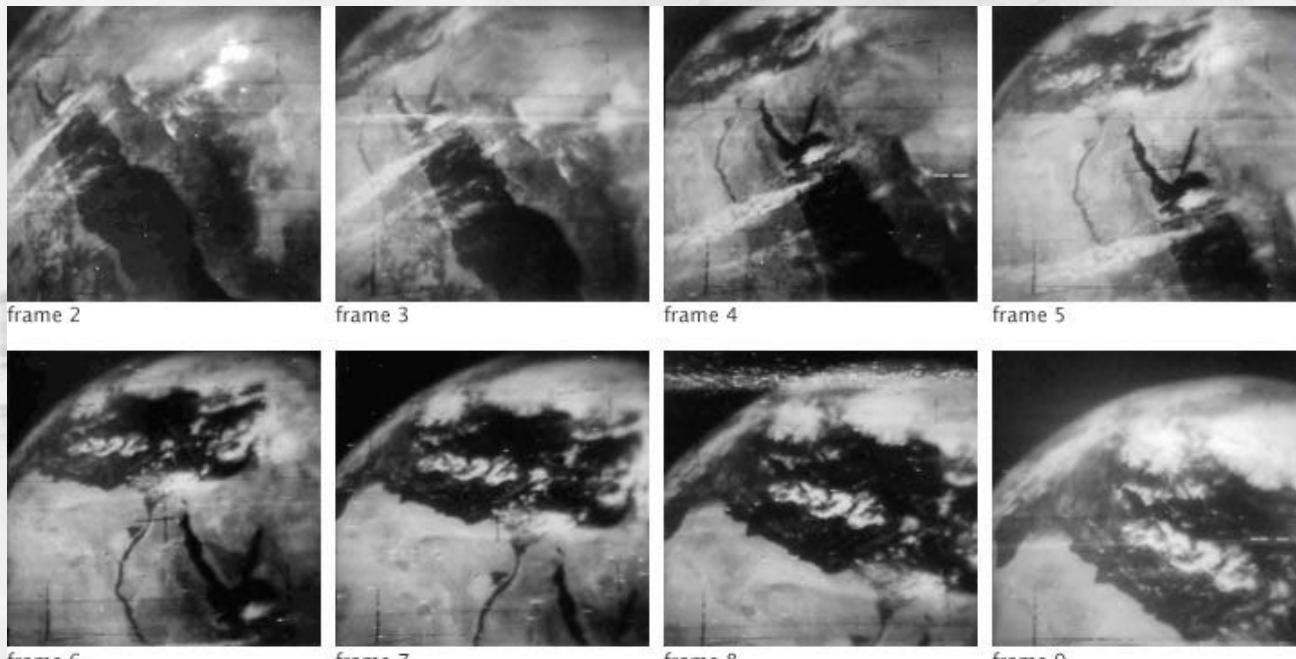


- ❖ Luna 9, janvier 1966 : 1^{er} alunissage en douceur d'un engin spatial (après de nombreux échecs)
- ❖ Luna 16, septembre 1970 : 1^{er} retour automatique d'échantillons lunaires
- ❖ Lunokhod 1, novembre 1970 : 1^{er} rover sur la Lune
- ❖ Venera 7, 1970 : 1^{er} atterrissage sur une autre planète (Vénus)
- ❖ Mariner 9, 1971 : 1^{er} satellite artificiel d'une autre planète (Mars)
- ❖ Pioneer 10&11, Voyager 1&2, 1972 - : exploration du syst. Solaire externe
- ❖ Mariner 10, 1973 – 1975 : survols de Vénus et Mercure
- ❖ Giotto, 1985 – 1992 : première sonde pénétrant dans la queue d'une comète (Halley), approche à 600 km du noyau
- ❖ Viking 1&2 , 1975 – 1982 : images hautes résolution de Mars (en orbite et au sol)
- ❖ Sojourner, 1997 : 1^{er} rover sur Mars
- ❖ ...



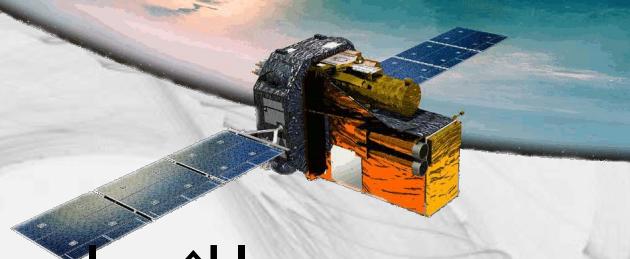
Premiers satellite météo

- ❖ Immédiatement après les premiers satellites scientifiques, les applications civiles et militaires se développent
- ❖ TIROS 1, 1er avril 1960 : Television and Infrared Observation Satellite
 - ❖ 700 x 160 km, 48°, 120 kg
 - ❖ 2 cameras de télévision enregistrant sur 2 bandes magnétiques
 - ❖ Opérationnel pendant 78 jours
 - ❖ Démontra l'utilité de l'imagerie satellite pour la météorologie

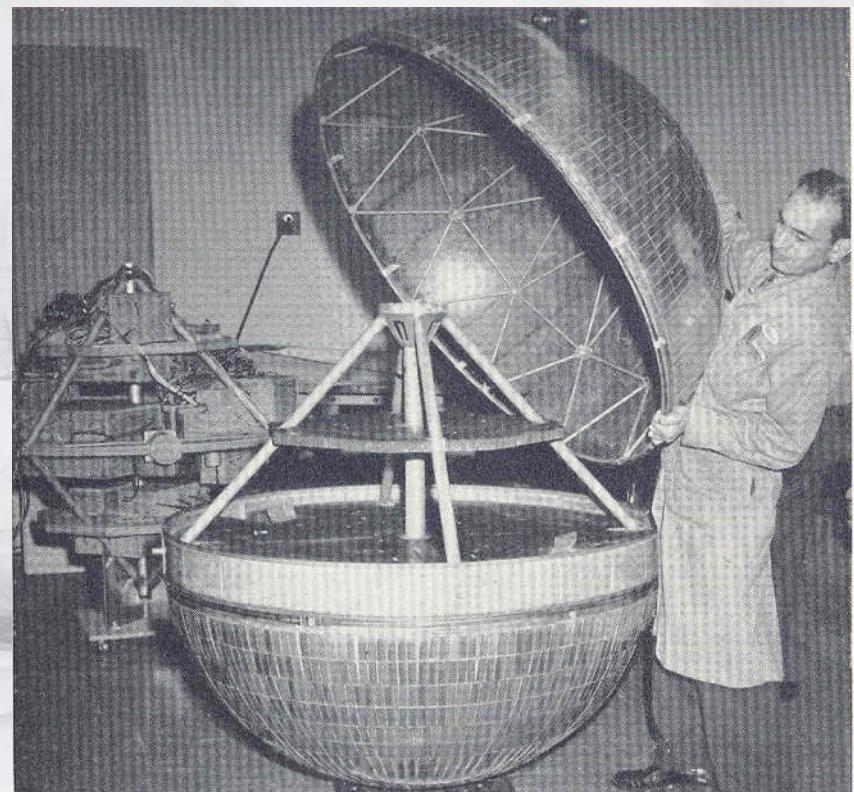


- Science et Systèmes Spatiaux

Premier satellite télécom



- ❖ Fin des années 1950 : saturation du débit possible par les câbles (électriques ...) sous-marins intercontinentaux
- ❖ 1^{er} satellite à répétiteur : Courier 1B, 4 octobre 1960
 - ❖ 1000 x 1200 km, 230 kg, 28°
 - ❖ Récepteur (1.8 GHz) → enregistreur magnétique → émetteur (1.7 GHz)



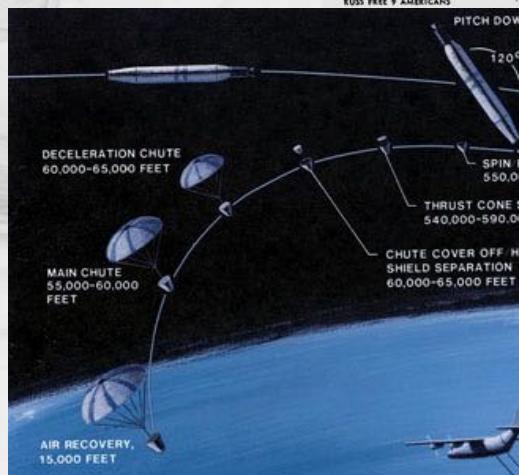
A technician holds half of the Courier 1-B spherical shell, which is made of epoxy fiberglass. Wooden mock-ups in the left background were used to determine the exact locations of the 38 instrument packages making up the payload. The assembled model then underwent a long series of rigorous tests. Photograph courtesy Philco Corp.

Premiers satellites militaires



Programme US dès 1960

- ❖ Discoverer 14 (programme CORONA), 18 août 1960 :
 - ❖ probablement les premières photos de l'URSS depuis l'espace
 - ❖ Photographies placées dans un capsules et récupérées par avion
 - ❖ Présenté comme un programme de technos spatiales à l'époque
- ❖ Midas 2, 24 mai 1961 :
 - ❖ Observation infrarouge pour la détection de lancement de missiles
- ❖ Samos 2, 31 janvier 1961 :
 - ❖ Samos : Satellite and Missile Observation, Satellite espion (films récupérables)
 - ❖ 1^{er} satellite sur orbite héliosynchrone



DODGERS BEAT PITTSBURGH, 4 TO 2 (See Sports Section)

Los Angeles Times
LIBERTY UNDER THE LAW
ISSUE INDUSTRIAL FREEDOM

WEDNESDAY
FINAL

VOL. LXXXIX IN FOUR PARTS WEDNESDAY MORNING, MAY 25, 1960 KTTV (Channel 11) 06 PAGES DAILY 10¢

Space-Age Pearl Harbor Defense

U.S. PUTS FIRST SPY SATELLITE IN ORBIT

FINAL NEWS

FIRE RAZES INN AT BIG PINES

Fire swept through the Pines Inn at Big Pine late last night, leaving the building in the ashes. No one was injured. Fire chief: "It's a miracle we escaped."

TV WRITERS REJECT OFFER

The television writers of the Writers Guild of America have rejected the offer of the Writers Guild of America to accept a new contract offer.

100 CITED IN TRAFFIC ROUNDUP

More than 100 drivers were cited yesterday for traffic safety violations when 25 policemen and California Highway Patrolmen began a roundup in the vicinity of Sacramento and Folsom lakes, after residents complained of noise.

QUAKE ROCKS NEW ZEALAND

AUCKLAND, New Zealand, May 25 (UPI)—A violent earthquake struck the southern coast of New Zealand's South Island but caused no damage.

RUSS FREE 9 AMERICANS

BUENOS AIRES, May 25—Nine Americans who had been held captive in Russia since 1959 were freed yesterday.

NO SIGHT-SEEING

A sight-seeing vessel rests on a main street in Shogawa, on the island of Honshu.

IN JAPAN, after being washed ashore in tidal wave.

A few residents with through the inundated street.

PILOT KILLED IN AIR SHOW

NEW YORK, May 25—A pilot was killed yesterday when his plane crashed during an air show at the New York State Fair in Utica.

PITCH DOWN SEPARATION

MAIN CHUTE 55,000-60,000 FEET

DECELERATION CHUTE 60,000-65,000 FEET

CHUTE COVER OFF/HEAT SHIELD SEPARATION 60,000-65,000 FEET

SPIN RETRO DESPIN 550,000-600,000 FEET

THRUST CONE SEPARATION, 540,000-590,000 FEET

AIR RECOVERY, 15,000 FEET

EISENHOWER ON AIR HERE TONIGHT

WASHINGTON, May 25—President Dwight D. Eisenhower will speak on the radio and television tonight.

EATHER

Washington, May 25—Some 200,000 people will gather in Washington Saturday evening for a "March for Civil Rights," organized by Martin Luther King, Jr., and other Negro leaders.

U.S. CHALLENGER RUSSIA

to Air President's Talk

WALES, May 25—

The White House

challenged the Soviet

government

to meet him

in Moscow

for a "talk

on civil rights."

President John F. Kennedy

and Vice President

Lyndon B. Johnson

urged Negroes

to march

in Washington

to protest

the killing

of four Negroes

in Birmingham,

Alabama.

King said

he would

lead the

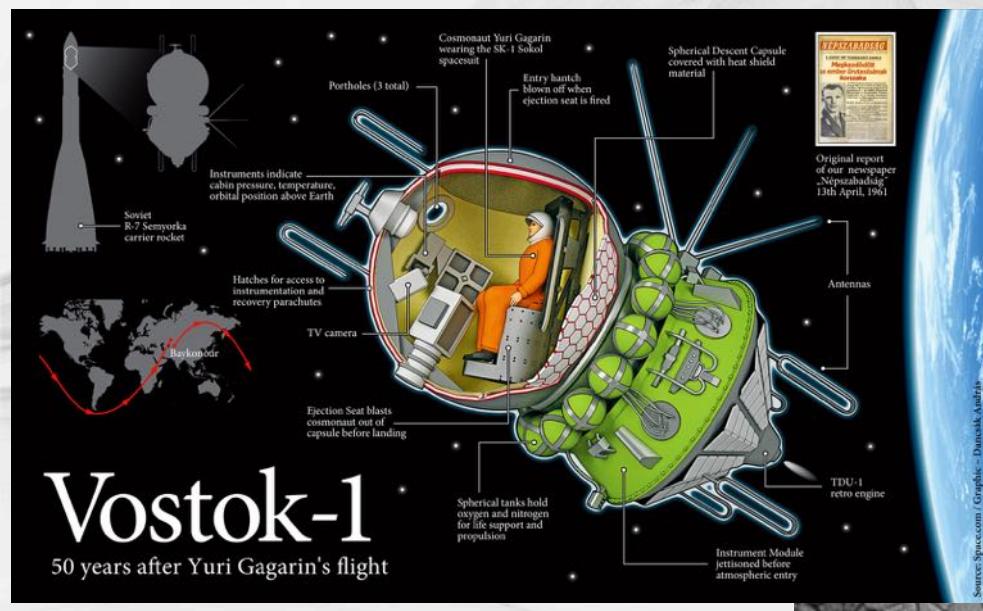
march.

King said

he would

Les premiers vols habités

- ❖ Youri Gagarine, 1^{er} homme dans l'espace
- ❖ 12 avril 1961 à bord de Vostok 1, sur une R7 Semiorka, depuis Baïkonour
- ❖ 1 orbite complète (1h 48 min), vol automatique
- ❖ Y. Gagarine s'éjecte de la capsule à 7 km d'altitude et atterrit en parachute



Les premiers vols habités



- ❖ Youri Gagarine, 1^{er} homme dans l'espace

<https://youtu.be/TRTyg7uRV4Q>



The Four-Inch Flight

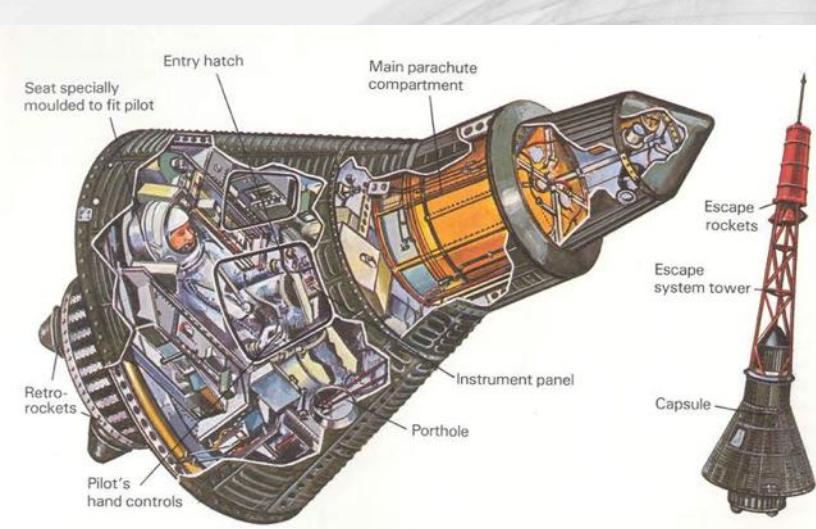
- ❖ Lancement de la première fusée Mercury-Redstone (21 novembre 1960)

<https://youtu.be/704V7JfeTSU>



Les premiers vols habités

- ❖ Les USA répliquent à l'URSS le 7 mai 1961 avec Alan Shepard
- ❖ Vol suborbital avec la capsule Freedom 7 (projet Mercury)
- ❖ Altitude max : 187 km, amerrissage dans l'Atlantique au bout de 15 min 22 s ...
- ❖ 2^{ème} vol suborbital le 21 juillet 1961 par Virgil Grissom (Liberty Bell 7)



La course à la Lune



- ❖ Discours de J.F. Kennedy devant le Congrès, le 25 mai 1961



Les premiers vols habités



- ❖ L'URSS perd progressivement son avance ...
 - ❖ Vostok 2, 6 août 1961 (Gherman Titov) : 25 heures dans l'espace, 1^{ère} prise de commande par un pilote
 - ❖ Friendship 7, 20 février 1962 : 1^{er} vol orbital américain par John Glenn (5 heures)
 - ❖ Aurora 7, 24 mai 1962 : 2^{ème} vol orbital US par Scott Carpenter (5 heures)
 - ❖ Vostok 3 et 4, 11 & 12 août 1962 : vol jumelé à une distance de 6,5 km, 1^{ère} retransmission télévisée, 94 et 70 heures dans l'espace
 - ❖ Sigma 7, 3 octobre 1962 : Walter Schirra, 9 heures
 - ❖ Faith 7, 15 mai 1963 : Gordon Cooper passe 34 heures dans l'espace
 - ❖ Vostok 5 et 6, 14 & 16 juin 1963 : idem Vostok 3 et 4 (120 et 70 heures), 1^{ère} femme dans l'espace (Valentina Terechkova) dans Vostok 6
 - ❖ Gemini 1, 8 avril 1964 : 1^{er} vol (inhabité) de la capsule Gemini (pour 2 passagers), préparation à Apollo
 - ❖ Voskhod 1, 12 octobre 1964 : 3 passagers, sans combinaison spatiale (1 pilote, 1 ingénieur, 1 médecin)
 - ❖ Gemini 2, 19 janvier 1965 : Vol suborbital de test du bouclier thermique (capsule inhabitée).
 - ❖ Voskhod 2, 18 mars 1965 : 2 passagers (Beliaïev et Leonov), 1^{ère} sortie extravéhiculaire (12 minutes)

Les premiers vols habités

❖ La première sortie dans l'espace

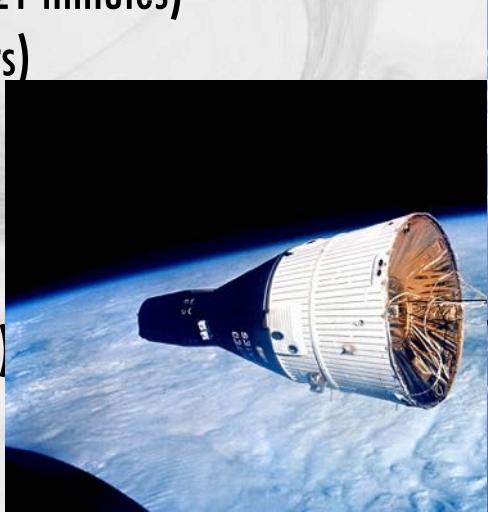
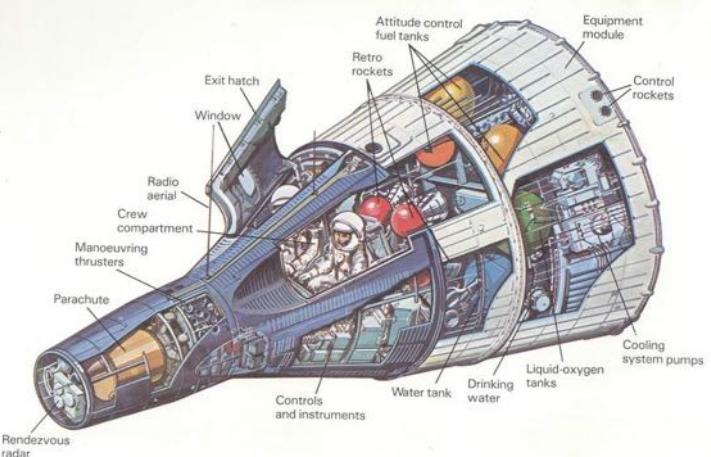


<https://youtu.be/uAPBRvd80TY>



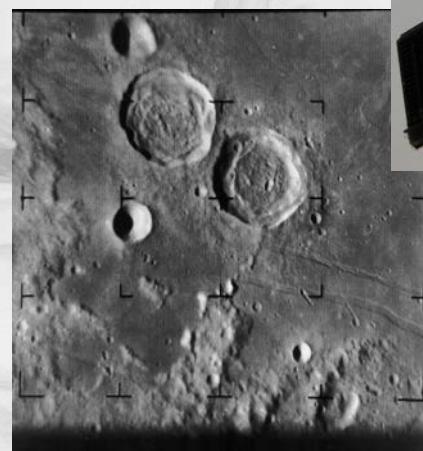
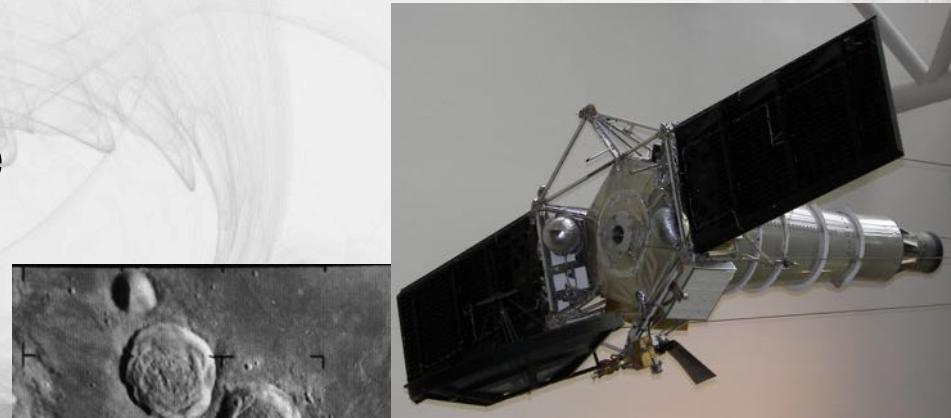
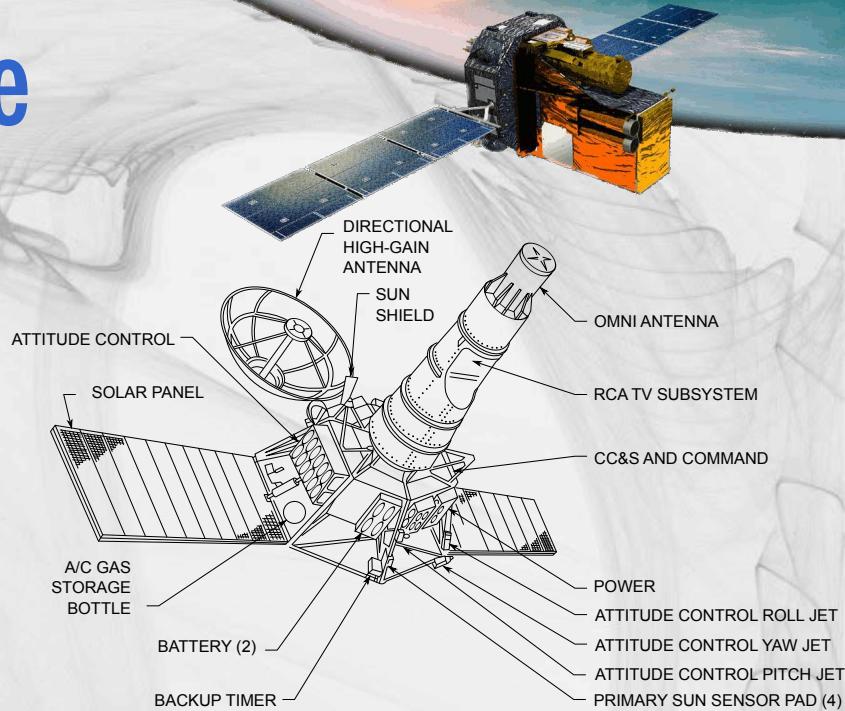
La course à la Lune

- ❖ Le programme américain se déroule en plusieurs étapes et programmes, faisant suite à Mercury
- ❖ Programme Gemini (1964 – 1966) :
 - ❖ Capsule lourde (3,5t), pouvant accueillir 2 astronautes
 - ❖ Objectifs de Gémini :
 - ❖ Maîtriser les techniques de rendez-vous orbital
 - ❖ Pratiquer le travail extra-véhiculaire (EVA)
 - ❖ Étudier les effets physiologiques de vols de longues durées
 - ❖ 12 missions Gemini d'avril 1964 à novembre 1966
 - ❖ Gemini 4 : première EVA de Ed. White (21 minutes)
 - ❖ Gemini 7 : vol de longue durée (13 jours)
 - ❖ Gemini 6 / 7 : vol en formation (30 cm)
 - ❖ Gemini 8 : première amarrage (sur le dernier étage d'une fusée cible)
 - ❖ Gemini 11 : record d'altitude (1373 km)



La course à la Lune

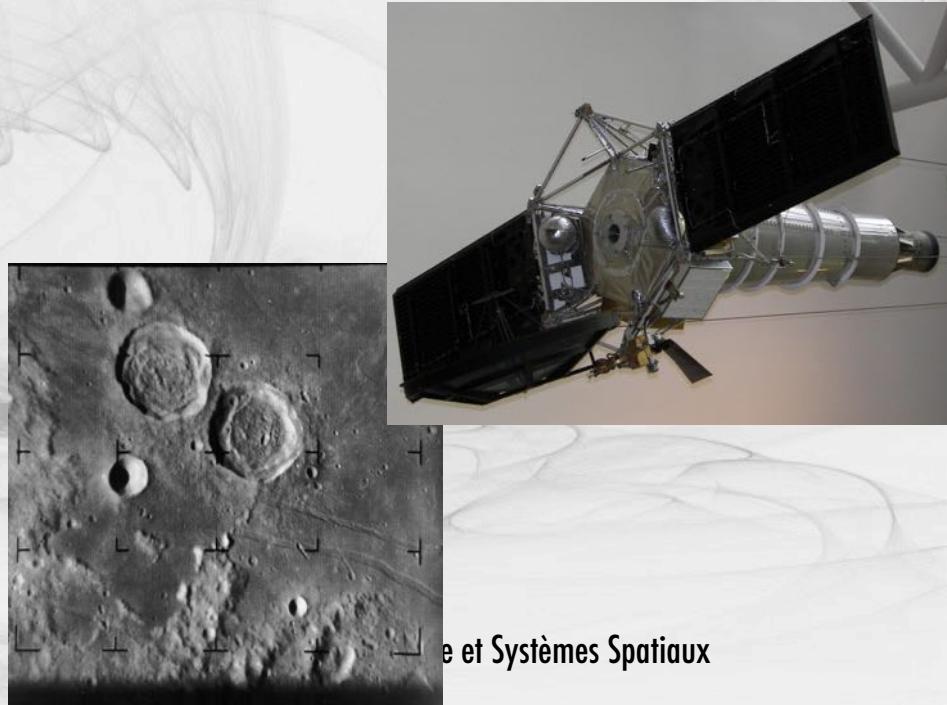
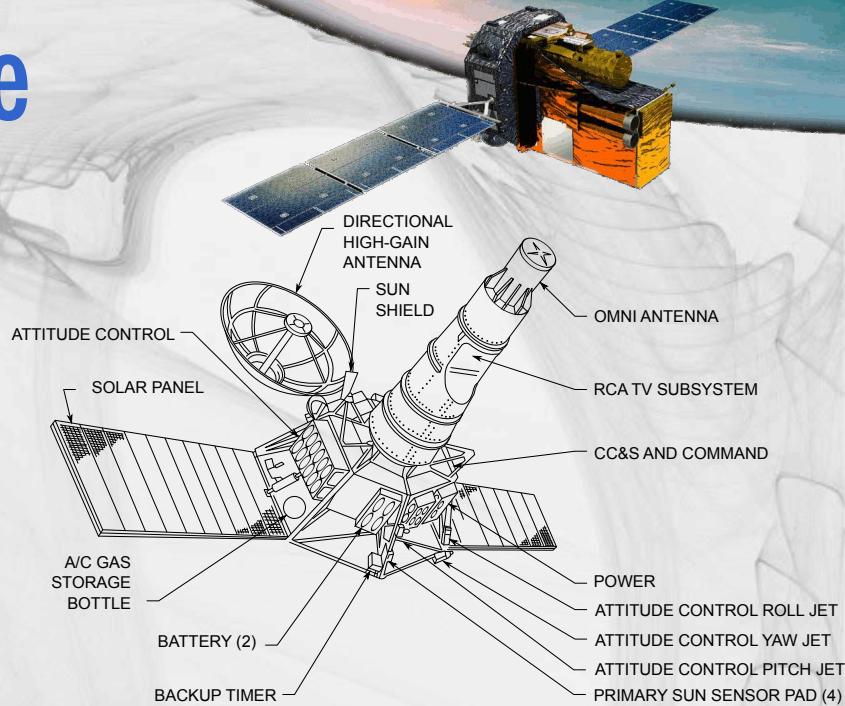
- ❖ Plusieurs missions préparatoires furent envoyées vers la lune
- ❖ Programme Ranger (1961 - 1965) :
 - ❖ Sondes avec une trajectoire de collision vers la Lune, stabilisées 3 axes
 - ❖ Photographies du sol lunaire jusqu'à l'impact (cartographie précise, résolution < 1m)
 - ❖ Ranger 1 & 2 (1961) : échec au lancement
 - ❖ Ranger 3, 4 & 5 (1962) : mauvaise trajectoire
 - ❖ Ranger 6 (1964) : panne des caméras
 - ❖ Ranger 7, 8 et 9 (1964 & 1965) : succès, plusieurs milliers de photographies couvrant la mers de la Connaissance (R7), de la Tranquillité (R 8) et le cratère Alphonsus (R 9)



e et Systèmes Spatiaux

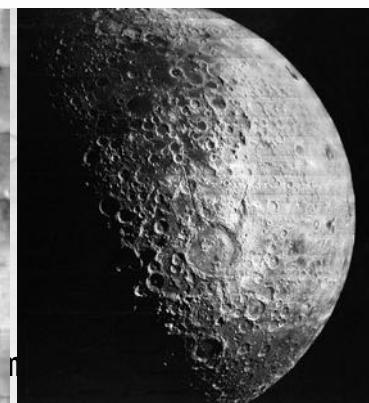
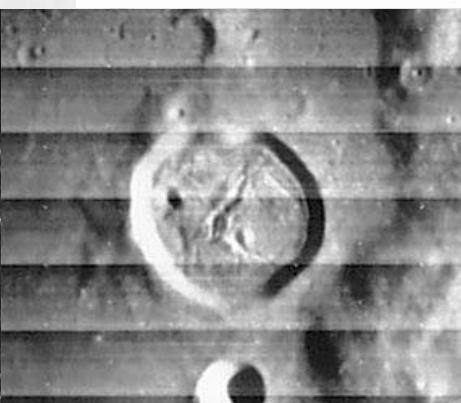
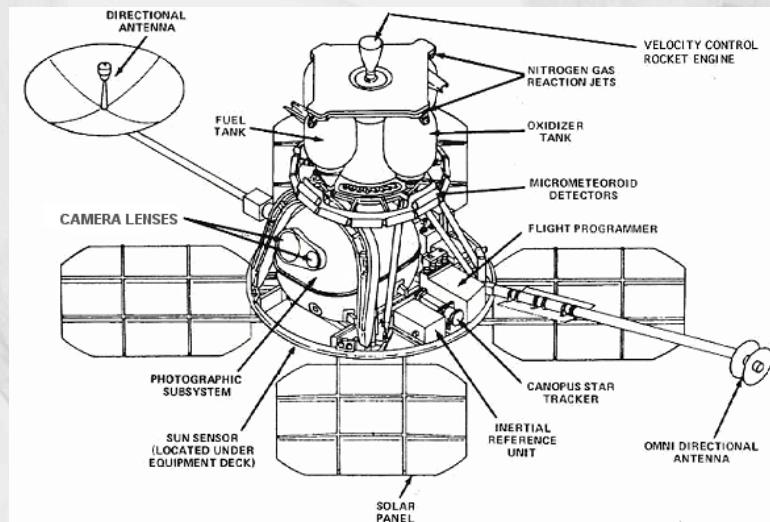
La course à la Lune

- ❖ Plusieurs missions préparatoires furent envoyées vers la lune
- ❖ **Programme Surveyor (1966 - 1968) :**
 - ❖ Atterrissages en douceur, étude du sol lunaire et topographie
 - ❖ Descente stabilisée par rétrofusées à 40 km d'altitude + moteur de descente pour atterrissage à 12 km/h.
 - ❖ Surveyor 1 (1966) : 1^{er} alunissage contrôlé + photographies panoramiques
 - ❖ Surveyor 3 (1967) : 1^{ère} excavation du sol lunaire, visitée par la mission Apollo 12 en 1969
 - ❖ Surveyor 6 (1967) : re-décollage (3 m) et re-alunissage
 - ❖ Surveyor 7 (1968) : détection d'un faisceau laser terrestre



La course à la Lune

- ❖ Plusieurs missions préparatoires furent envoyées vers la lune
- ❖ Programme Lunar Orbiter (1966 - 1967) :
 - ❖ Mise en orbite lunaire et cartographie de la totalité de la surface, résolution : 1 - 60 m
 - ❖ Doit permettre le choix des sites d'alunissage.
 - ❖ Lunar orbiter 1, 2, 3 : survol des sites candidats d'alunissage Apollo
 - ❖ Lunar Orbiter 4 & 5 : couverture lunaire globale (orbites polaires)

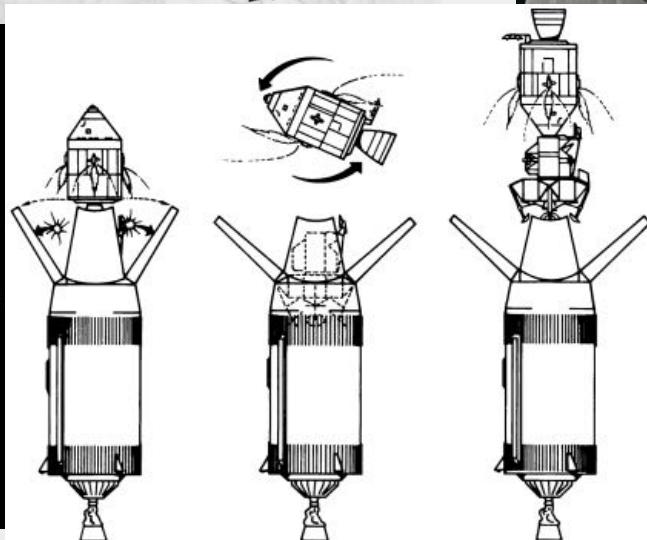
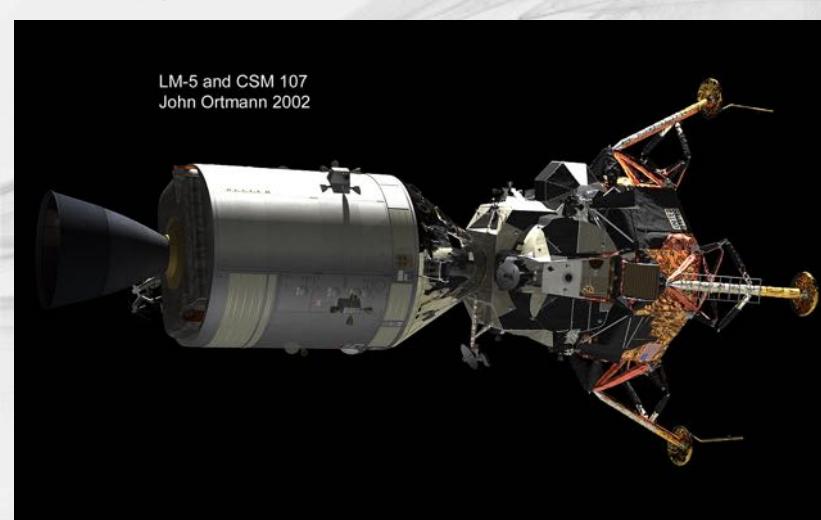
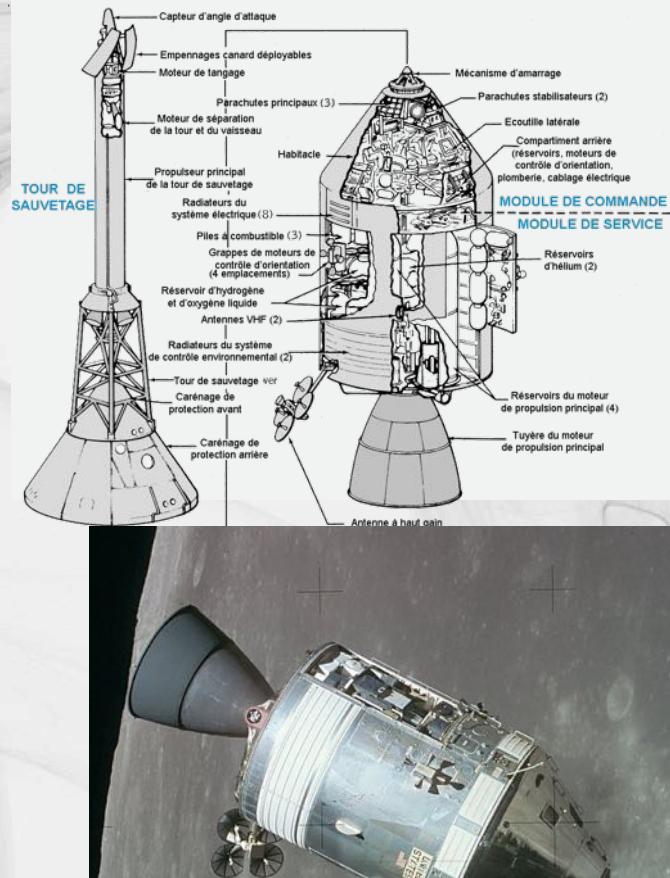
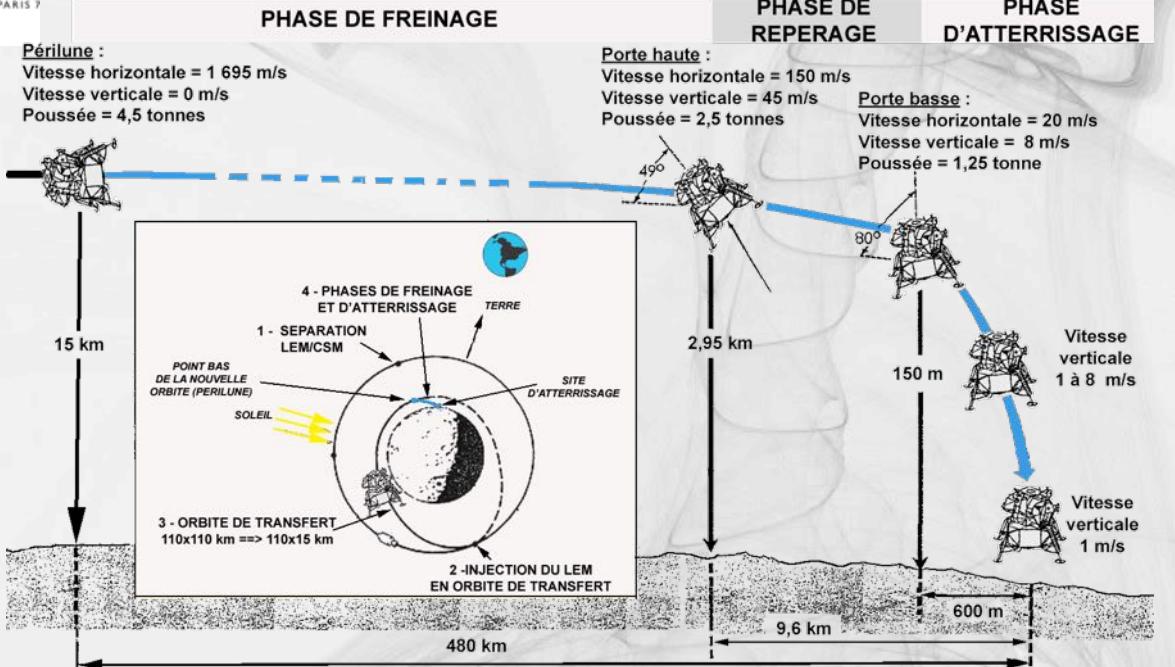


La course à la Lune

- ❖ Le programme Apollo (1967- 1972)
 - ❖ Objectif : missions habitées vers la Lune
 - ❖ Développements techniques :
 - ❖ 1 fusée (très) puissante : Saturn V
 - ❖ Un vaisseau lunaire Apollo : module de commande + module de service + module lunaire
 - ❖ Saturn V :
 - ❖ 110 m, 3000 t au décollage, 3500 t de poussée
 - ❖ 118 t en LEO, 47 t en orbite de transfert lunaire
 - ❖ La fusée opérationnelle la plus puissante (Delta IV-H) : 26 t en LEO
 - ❖ Ariane 5 : 21 t en LEO
 - ❖ Vaisseaux Apollo :
 - ❖ Module de commande : habitat des astronautes
 - ❖ Module de service : moteur-fusée + réservoirs (eau, oxygène, hydrogène, etc.) + piles à combustible + expériences scientifiques
 - ❖ Module lunaire : un étage de descente (vers la Lune) + un étage de remontée (vers le module de commande)



La course à la Lune



La course à la Lune



❖ Les étapes principales du programme Apollo

- ❖ Apollo 1 : court-circuit et incendie au sol dans la cabine remplie d'oxygène pur, 3 astronautes meurent
- ❖ Apollo 7 (oct. 1968) : 1^{er} vol habité (CM + SM en orbite terrestre)
- ❖ Apollo 8 (déc. 1968) : 1^{ère} insertion en orbite lunaire
- ❖ Apollo 9 (mars 1969) : manœuvres en orbites terrestre avec le LM (séparation, rendez-vous, amarrage, etc.) + EVA
- ❖ Apollo 10 (mai 1969) : répétition générale, le LM s'approche à 15 km de la surface lunaire

La course à la Lune

❖ Apollo 1 :

- ❖ Atmosphère d'oxygène pur (réduit la pression nécessaire et les contraintes structurelles)
- ❖ Matériaux inflammables dans le poste de pilotage
- ❖ Ecaille s'ouvrant vers l'intérieur



40 YEARS AGO TODAY 'We've got a fire in the cockpit!'

Jan. 27, 1967: A fire during a dress rehearsal for the first Apollo space mission ended the lives of three astronauts and nearly derailed NASA's goal of landing on the moon before the end of the 1960s.

WHAT HAPPENED

The astronauts were sealed in an Apollo space capsule, scheduled to be the first of its type to fly in late February. A routine test of launch procedure at Kennedy Space Center, Fla., had run long with various technical and communications glitches. "How do you expect us to get the moon if you people can't even hook us up with a ground station?" astronaut Gus Grissom groused at controllers. Controllers heard the astronauts' surprise and watched in horror as instruments showed a sudden buildup in pressure inside the cockpit. Fourteen seconds later, the capsule ruptured and the crew fell silent. It took technicians another five minutes to fight through the smoke to pry open the craft.

WHAT CAUSED IT

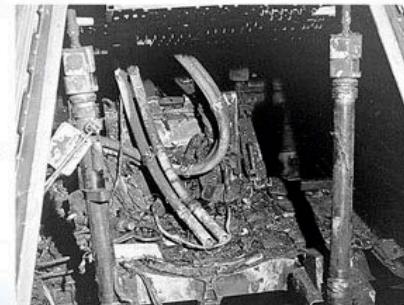
Investigators never found what caused the initial spark. That spark spread quickly in the pure-oxygen environment inside the capsule. The interior was filled with combustibles — paper, clothing, patches of Velcro. And worse yet, the way out consisted of two separate hatches and required removing several dozen bolts.

LANGLEY'S ROLE

The early version of the Apollo spacecraft that burned that day had been designed by engineers working out of NASA's Langley Research Center in Hampton. Langley's director at the time, Dr. Floyd L. Thompson, led the post-fire investigation. The stricken spacecraft was moved to Langley for long-term storage. It remains there still, not open to the public.

THE ASTRONAUTS

Virgil I. "Gus" Grissom, 40, who flew the second U.S. space mission in 1961 and commanded the first two-man U.S. mission in 1965,



Rookie astronaut **Roger Chaffee**, 31, a lieutenant commander in the Navy.

SOURCES: NASA; "Liftoff," by Michael Collins; "We Reach the Moon," by John Noble Wilford
NASA PHOTOS
CHARLES APPLÉ/ THE VIRGINIAN-PILOT

See more photos of Apollo 1 at pilotonline.com

La course à la Lune

- ❖ Déroulement d'une mission lunaire



<https://youtu.be/8VvfTY-tVzI>

Et le 20 juillet 1969, Apollo 11 ...

